

MODELLING OF HEAT LOSSES THROUGH COATED CYLINDER WALLS AND THEIR IMPACT ON ENGINE PERFORMANCE

Johan Enrique Escalona Cornejo

RESUMEN

Actualmente, los vehículos propulsados por motores de combustión interna alternativos (MCIA) constituyen uno de los mayores agentes contaminantes para el medio ambiente. En este sentido, ha existido una importante cooperación internacional para promulgar leyes que regulen las emisiones contaminantes. De manera que los fabricantes de coches han impulsado el desarrollo de tecnologías más limpias y amigables con el medio ambiente. Ante esta situación, ha surgido recientemente la electrificación, como uno de los proyectos más ambiciosos de la industria automotriz para los próximos años. Sin embargo, esta meta parece aún lejana en el horizonte. En tal sentido, la hibridación con motores térmicos y eléctricos parece ser el camino a seguir en el corto plazo. Por consiguiente, los MCIA seguirán siendo la principal fuente de propulsión terrestre durante los años venideros.

Para mitigar los inherentes efectos contaminantes de los motores de combustión interna, se han propuesto diferentes tecnologías para desarrollar motores más eficientes. Entre ellas, la aplicación de recubrimientos térmicos en las paredes de la cámara de combustión apunta a reducir las pérdidas por calor en el motor, y así aumentar su eficiencia térmica.

El objetivo principal de esta tesis es estudiar el impacto de aplicar recubrimientos térmicos en las paredes de la cámara de combustión en motores de combustión interna. En este sentido, determinar los flujos de calor experimentalmente a través de las paredes es complicado y no del todo fiables, debido a que dependen de la medición de las temperaturas de pared. Por este motivo, el CFD-CHT (Computational fluid dynamics-Conjugate Heat Transfer) es utilizado.

El primer paso fue validar la herramienta computacional que es utilizada para los cálculos en motores de combustión interna. Para ello se realizó un estudio preliminar en geometrías sencillas como una tubería circular o un canal rectangular. Se evaluaron los modelos de transferencia de calor y se determinó la relevancia de ciertos parámetros como la rugosidad. Para complementar el estudio, se realizó un análisis de las temperaturas en una geometría más realista como el pistón de un MCIA. Los valores de temperatura calculados por el software fueron casi iguales a las medidas experimentales. Por consiguiente, la fiabilidad de la herramienta computacional fue verificada.

Seguidamente, se plantea una metodología para abordar al problema de modelar capas muy finas de recubrimientos térmicos en el espacio tridimensional. Para de esta manera poder simular las paredes recubiertas en la cámara de combustión. La metodología consiste en definir un material equivalente con un espesor y número de nodos que

permitan un mallado computacionalmente realista. Para ello se utilizó un DoE (Design of experiments) en combinación con un análisis de regresión múltiple.

Los primeros estudios se llevaron a cabo en un motor de gasolina. El modelado se llevó a cabo para dos configuraciones: motor con paredes metálicas y motor con pistón y culata recubiertos. A través de un análisis exhaustivo de la transferencia del calor, se evaluó el impacto que tenía aplicar el revestimiento térmico en el motor. La comparación con datos experimentales demuestran la utilidad del cálculo CHT para evaluar las pérdidas de calor en un MCIA. Sin embargo, ninguna mejora fue observada en el motor de gasolina debido al tipo de recubrimiento aplicado en las paredes de la cámara de combustión.

Las simulaciones llevadas a cabo en el motor de gasolina permitieron determinar que los cálculos CHT son computacionalmente largos. En este sentido, una serie de estrategias diseñadas a optimizar los cálculos han sido analizadas con el fin de reducir los tiempos de cálculo. A través de este estudio, se encontró una metodología para optimizar la malla del dominio computacional. Esta última, emplea un refinamiento AMR (Adaptive mesh refinement) basado en la distancia de pared. Este método es utilizado para modelar el impacto de aplicar un revestimiento térmico de última generación en la parte superior del pistón de un motor Diesel. Los resultados obtenidos indican que este tipo de recubrimientos permiten una mejora en la eficiencia térmica del motor sin efectos negativos.